

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3615713 C1

⑤1 Int. Cl. 4:
G01 N 1/06
G 01 B 11/02

②1 Aktenzeichen: P 36 15 713.9-52
②2 Anmeldetag: 9. 5. 86
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 9. 87

Verförsndeneigentum

DE 3615713 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Wolf, Bernhard, Dr., 7801 Buchenbach, DE

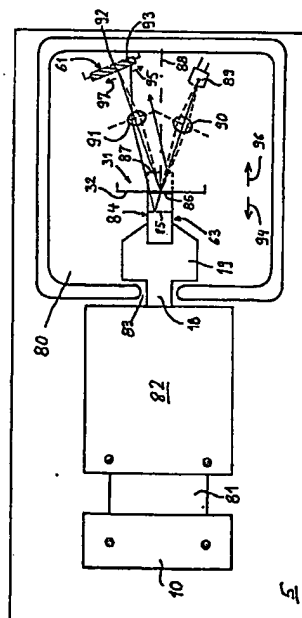
⑦4 Vertreter:
Rackette, K., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7800
Freiburg

⑦2 Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:
DE-OS 35 00 596

⑤4 Mikrotom

Ein Mikrotom (1) verfügt über einen in axialer Richtung verschiebbaren Präparatarm (18), an dessen vorderem Ende ein Präparathalter (19) angeordnet ist, dem ein im Reflexionsverfahren arbeitender optischer Wegstreckensensor zugeordnet ist. Der Wegstreckensensor besteht aus einer Leuchtdiode (89), die gebündeltes Licht schräg auf eine hochglänzende plane Anschnittfläche (86) an der Stirnseite des Präparates (84) wirft. Das reflektierte Licht wird auf einem optoelektronischen Potentiometer (61) abgebildet. Ändert sich die Lage der Anschnittfläche (85, 86, 87), wandert der Lichtpunkt (92, 93) entsprechend auf der Oberfläche des optoelektronischen Potentiometers (61), so daß hierdurch die genaue Position des Präparates (84) erfaßt werden kann.



DE 3615713 C1

Patentansprüche

1. Mikrotom zum Herstellen von Präparaten geringer Schichtdicke mit einem auf- und abbewegbaren Präparatarm, dessen vorderes Ende einen mit Hilfe eines Vorschubantriebs in Richtung auf ein Messer verschiebbaren Präparathalter trägt, und mit einem den Vorschub erfassenden Sensor, der an einem rückgekoppelten Regelkreis für den Vorschubantrieb angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der vom Präparatarm (18) wegweisenden Seite des Messers (31) gegenüber dem Lot auf die dem Messer (31) zugeordnete Anschnittfläche (85, 86, 87) des Präparates (84) seitlich versetzt eine Lichtquelle (89) angeordnet ist, deren gebündelter Lichtstrahl auf den vom Präparat (84) zu durchquerenden Bereich oberhalb der Schneidkante (32) des Messers (31) ausgerichtet ist, und daß bezüglich des Lotes auf die Anschnittfläche (85, 86, 87) symmetrisch zur Lichtquelle (89) ein mit seiner lichtempfindlichen Fläche zur Anschnittfläche (85, 86, 87) weisendes optoelektronisches Potentiometer (61) angeordnet ist.

2. Mikrotom nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (89) und das optoelektronische Potentiometer (61) bei rechtwinklig zur Bewegungsebene des Präparatarmes (18) verlaufender Schneidebene des Messers (31) symmetrisch zur Mittellängsachse (88) angeordnet sind.

3. Mikrotom nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (89) und das optoelektronische Potentiometer (61) in einer Ebene oberhalb der Schneidkante (32) des Messers (31) angeordnet sind.

4. Mikrotom nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (89) eine Punktlichtquelle ist, die mit Hilfe einer Optik (90) auf die Anschnittfläche (85, 86, 87) des Präparates (84) abgebildet wird.

5. Mikrotom nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (89) eine Leuchtdiode, eine Laserdiode oder eine beleuchtete Glasfaser ist.

6. Mikrotom nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle rotes Wechsellicht erzeugt.

7. Mikrotom nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Anschnittfläche (85, 86, 87) des Präparates (84) reflektierte Licht mit Hilfe einer Optik (91) auf die lichtempfindliche Fläche des optoelektronischen Potentiometers (61) abgebildet wird.

8. Mikrotom nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung des Einfallsortes des Lichtes auf dem optoelektronischen Potentiometer (61) bei einem Vorschub oder bei einer Retraktion der Anschnittfläche (85, 86, 87) in einem Rechner zur Erfassung der axialen Lage der Anschnittfläche (85, 86, 87) ausgewertet wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Mikrotom zum Herstellen von Präparaten geringer Schichtdicke mit einem auf- und abbewegbaren Präparatarm, dessen vorderes Ende einen mit Hilfe eines Vorschubantriebs in Richtung auf ein Messer verschiebbaren Präparathalter trägt, und mit einem den Vorschub erfassenden Sensor, der an

einem rückgekoppelten Regelkreis für den Vorschubantrieb angeschlossen ist.

Ein derartiges Mikrotom ist in der älteren Patentanmeldung P 35 00 596.3 beschrieben und besitzt als Sensor einen kapazitiven Abstandssensor, der zwischen dem vorderen Ende des Präparathalters und dem Messer ausgebildet ist. In der Praxis hat sich gezeigt, daß ein solcher Sensor beim Einsatz für Ultra-Kryo-Mikrotome meßtechnische Probleme aufwirft.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Mikrotom der eingangs genannten Art zu schaffen, das sich durch eine hohe Präzision und Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen auszeichnet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auf der vom Präparatarm wegweisenden Seite des Messers gegenüber dem Lot auf die dem Messer zugeordnete Anschnittfläche des Präparates seitlich versetzt eine Lichtquelle angeordnet ist, deren gebündelter Lichtstrahl auf den vom Präparat zu durchquerenden Bereich oberhalb der Schneidkante des Messers ausgerichtet ist, und daß bezüglich des Lotes auf die Anschnittfläche symmetrisch zur Lichtquelle ein mit seiner lichtempfindlichen Fläche zur Anschnittfläche weisendes optoelektronisches Potentiometer angeordnet ist.

Die Erfindung nutzt die Tatsache aus, daß man bei der Kryo-Ultra-Mikrotomie hochglänzende Anschnittflächen erhalten kann. Auf eine solche Anschnittfläche wird das Licht einer Leuchtdiode, Laserdiode oder einer Glasfaseroptik gebündelt gerichtet und das reflektierte Licht auf dem optischen Potentiometer abgebildet. Die axiale Verschiebung des Präparates führt auf dem optischen Potentiometer zu einer unterschiedlichen Abbildung des durch die Stirnfläche des Präparates reflektierten Lichtes, wodurch sich die genaue Position des Präparates bestimmen läßt. Diese wird durch eine Empfänger-elektronik des optoelektronischen Potentiometers digital ausgegeben. Wenn die Rückkopplung nicht über die vom Vorschubantrieb gelieferten Signale erfolgen soll, werden die Signale des optoelektronischen Potentiometers an Stelle der über das Mikrometer des Vorschubantriebs ermittelten Daten in den Rechner des Mikrotoms eingegeben und steuern den Vorschub dergestalt, daß das motorgetriebene Mikrometer des Vorschubantriebs lediglich noch als Vorschubsystem verwendet wird. In einem solchen Fall wird der Spindelvorschub über eine Steuerrichtung auf 0,4 mm/sec. begrenzt und festgehalten.

Zweckmäßige Ausgestaltungen und Ausführungsbeispiele sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erörtert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Mikrotom gemäß der Erfindung in einer Seitenansicht ohne eingezeichneten Wegstreckensensor und

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Mikrotom mit einer schematischen Darstellung des optischen Wegstreckensensors.

In Fig. 1 erkennt man schematisch im Schnitt den Aufbau eines Ausführungsbeispiels des Mikrotoms 1. Das Mikrotom 1 ruht auf Füßen 2, die eine untere Trägerplatte 3 abstützen. Auf der unteren Trägerplatte 3 ist eine Zwischenschicht 4 zur Dämpfung von Schwingungen aufgebracht, die die Unterlage für eine obere Trägerplatte 5 bildet.

Auf der oberen Trägerplatte 5 ist das Gehäuse 6 des Mikrotoms 1 aufgebaut. Das Gehäuse 6 hat eine Wandung aus einem Schichtwerkstoff, beispielsweise Poly-

sterol-Aluminium-Polysterol. Auf diese Weise ist das Gehäuse 6 thermisch nach außen gut isoliert, wenn mit Hilfe von Heizfolien 7 der Innenraum 8 des Gehäuses 6 auf beispielsweise etwa 30° C aufgeheizt wird.

In den Innenraum 8 des Gehäuses 6 ragt ein Thermosensor 9 hinein, der es gestattet, mit einer quasi-hysteresefreien Proportionalregelung die Heizfolien 7 so zu steuern, daß die Temperatur im Innenraum 8 des Gehäuses 6 konstant bleibt. Auf diese Weise wird eine Stabilisierung der Umgebungsbedingungen im Innenraum 8 erzielt.

Im Innenraum 8 des Gehäuses ist auf der oberen Trägerplatte 5 ein Lagerbock 10 hoher Masse angeordnet, an dem ein Objektarm 11 über ein Federlager schwingungsfrei beweglich montiert ist. Auf der Oberseite des Objektarmes 11 ist eine Lasche 12 mit einer Öffnung 13 befestigt, durch die ein Stahldraht 14 hindurchragt, mit dessen Hilfe der Objektarm 11 auf- und abbewegt werden kann. Der Stahldraht 14 ist mit seinem oberen Ende mit einer Scheibe 15 verbunden, die die Drehbewegung einer in der Zeichnung nicht dargestellten Welle in eine Hubbewegung für den Objektarm 11 umsetzt.

Der Objektarm 11 enthält einen Vorschubantrieb für einen Präparatarm 18, an dessen vorderem Ende ein Präparathalter 19 aus Keramik befestigt ist.

Im Bereich des Präparatarmes 18 ist im Gehäuse 6 ein Fenster 20 vorgesehen, das so gestaltet ist, daß Wärmeströmungen vermieden werden.

Im Innenraum 8 ist weiterhin ein Lüfter 21 mit einem Motor 22 angeordnet.

Das dem Präparathalter zugeordnete Messer 31 ist während des Schneidens feststehend, wobei die zum Schutz der Schneidkante 32 des Messers 31 notwendige Retraktion durch eine Rückzugsbewegung des Präparatarmes 18 ersetzt ist.

Das zu schneidende Präparat, das in Fig. 1 nicht dargestellt ist, ist entweder auf der Stirnseite 28 der Niete 29 befestigt oder direkt in den Präparathalter 19 eingespannt, wie bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt ist.

Das Messer 31 ist feststehend angeordnet. Die Schneidkante 32 des Messers 31 ist vorteilhafterweise in der Höhe angeordnet, die der Lage der Stirnseite 28 der Niete 29 entspricht, wenn der Präparatarm 18 in der Horizontalen liegt.

Der Objektarm 11 besteht aus einem Block 40 aus spongiöser Keramik, in dem die den Vorschub und die Retraktion des Präparathalters 19 bewirkenden Teile untergebracht sind.

Im Block 40, der im wesentlichen einen quadratischen Querschnitt besitzt, ist eine Aufnahmausnehmung 41 für das bereits erwähnte Federlager vorgesehen. Die Arretierung der Feder des Federlagers erfolgt mit Schrauben 42, die sich durch den Block 40 bis zur Aufnahmausnehmung 41 erstrecken.

Im Block 40 ist mit Klemmschrauben 44 ein Motormikrometer befestigt. Das Motormikrometer ist über in der Zeichnung nicht dargestellte Leitungen mit dem Rechner des Mikrotoms 1 verbunden. Die Stellung der Mikrometerspindel des Mikrometers wird optoelektronisch erfaßt und digital ausgegeben. Das vordere Ende der Mikrometerspindel dient als Stempel zur Verschiebung und zum Erzeugen eines Vorschubs für den Präparatarm 18. Eine in der Zeichnung nicht dargestellte Schraubenfeder ist mit ihren Enden so abgestützt, daß sie den Präparatarm 18 fest gegen das vordere Ende der Spindel des computergesteuerten Motormikrometers andrückt. Unter der Steuerung des Rechners kann da-

her mit Hilfe des Motormikrometers ein äußerst präziser Vorschub und Rückzug des Präparatarmes 18 durchgeführt werden.

Der Präparatarm 18, dessen vorderes Ende mit dem Präparathalter 19 verbunden ist, hat einen Teflonüberzug.

Der Teflonüberzug des Präparatarmes 18 ist in einer Teflonführungshülse gleitend gelagert, so daß eine ruckfreie Bewegung des Präparatarmes 18 erreicht wird.

Um die hohen Temperaturdifferenzen zwischen dem Objekt von beispielsweise -160° im Kryobetrieb und dem Mikrotom in der Größenordnung von 20° C abzufangen und eine Bereifung des Blockes 40 zu vermeiden, ist der Block 40 auf der in Fig. 1 rechts dargestellten Seite mit einem vorderen Lagerschild 55 versehen, dessen Querschnitt dem Querschnitt des Blockes 40 entspricht. Der vordere Lagerschild 55 besteht ebenfalls aus spongiöser Keramik und ist über Schrauben 56 mit dem Block 40 verbunden. Zwischen dem Block 40 und dem vorderen Lagerschild 55 ist eine Dehnfuge 57 vorgesehen, die mit graphitisiertem PU-Schaum 58 ausgefüllt ist.

Das Messer 31 ist wie bereits erwähnt feststehend angeordnet, da auf diese Weise die erreichbare Rückstellpräzision im Verhältnis zur Vorschubpräzision bei einer Bewegung des Präparatarmes 18 wesentlich gesteigert werden kann. Die zum Schutz der Schneidkante 32 des Messers 31 notwendige Retraktion wird bei dem beschriebenen Mikrotom 1 nur noch durch eine Bewegung des Präparathalters 19 bzw. des Präparatarmes 18 bewirkt. In Verbindung mit der in der Zeichnung nicht dargestellten Steuerelektronik stellt die beschriebene Vorrichtung einen hochpräzisen Linearantrieb für Ultramikrotome dar.

Außerhalb des Gehäuses 6 und innerhalb einer Kryokammer 80 ist ein in Fig. 2 schematisch dargestellter Wegstreckensensor mit einem optoelektronischen Potentiometer 61 angeordnet, mit dessen Hilfe die genaue Lage der Schnittfläche auf dem Objektblock 63 mit dem eingebetteten zu schneidenden Präparat erfaßt wird. Durch Auswerten der Signale des optoelektronischen Potentiometers 61 ist es dem Rechner des Mikrotoms 1 möglich, die tatsächlichen Bewegungen des Präparathalters 19 und des Präparates mit großer Genauigkeit zu erfassen. Auf diese Weise kann die Steuerung des Vorschubes des Präparatarmes 18 sehr genau durchgeführt werden, da mit Hilfe des optoelektronischen Potentiometers 61 immer die tatsächliche Lage der Schnittfläche des Präparates unabhängig von Thermooxpansionseffekten erfaßt wird. Lediglich die Grobsteuerung des Vorschubantriebs erfolgt über die Positionsausgabe des Motormikrometers.

Das optoelektronische Potentiometer 61 wird von der Silicon Detector Corporation, Newbury Park in Californien unter der Nr. SD-1166-21-11-391 vertrieben. Es arbeitet wie ein Potentiometer, dem ein Strom über seinen Abgriffkontakt zugeführt wird. Ein Lichtpunkt auf dem optoelektronischen Potentiometer erzeugt durch den Fotoeffekt einen intensitätsabhängigen Strom, der sich in einer Zwischenschicht des Detektors in zwei Teilströme zu den Endkontakten aufteilt. Auf diese Weise kann die Position eines Lichtflecks mit sehr großer Genauigkeit erfaßt werden, wenn die sehr kleinen Ströme des Potentiometers mit rauscharmen Operationsverstärker ausgewertet werden.

Wie man in Fig. 1 erkennt, ragt der Präparatarm 18 mit dem an seinem vorderen Ende befestigten Präparathalter 19 in die Kryokammer 80 hinein. Die Kryokam-

mer 80 ist mit flüssigem Stickstoff gekühlt. Damit können Präparattemperaturen von -170° bis -80° erreicht werden. Das Messer 31 ist in der Kryokammer 80, wie bereits erwähnt, feststehend montiert. Die Kryokammer 80 ist üblicherweise nach oben hin offen, so daß erwärmter Stickstoff entweichen und ein Gasstrom aus trockenem Stickstoff eine Bereifung der Oberfläche der Kryokammer 80 verhindern kann. Die Innenseite der Kryokammer 80 und der Probenhalter haben keine reflektierenden Flächen, um störende Reflexionen für den weiter unten detaillierter beschriebenen optischen Wegstreckensensor zu vermeiden.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf ein dem Mikrotom 1 in Fig. 1 im wesentlichen entsprechenden Ultra-Kryo-Mikrotom. Insbesondere ist in Fig. 2 der Lagerbock 10, eine Blattfeder 81 und ein Antrieb 82 zu erkennen, der im wesentlichen dem Vorschubantrieb gemäß Fig. 1 entsprechen kann. Während in Fig. 1 in der Kryokammer 80 die zum Wegstreckensensor gehörenden Teile nicht gezeichnet sind, sind diese in Fig. 2 zusammen mit verschiedenen Lichtwegen dargestellt, um die Funktionsweise des optischen Wegstreckensensors gemäß der Erfindung zu erläutern.

Wie man in Fig. 2 erkennt, ragt der Präparathalter 19 über eine Öffnung 83 in das Innere der Kryokammer 80 hinein. Am vorderen Ende des Präparathalters 19 ist das Präparat 84 schematisch mit drei Anschnittflächen 85, 86, 87 oberhalb der Schneidkante 32 des Messers 31 dargestellt. Das Präparat 84 wird mit dem Messer 31, das eine Glasklinge sein kann, so angetrimmt, daß an seiner Frontseite eine hochglänzende plane Anschnittfläche, beispielsweise die Anschnittfläche 86 entsteht.

Gegenüber der Längsachse 88 des Präparatarmes 18 ist eine Leuchtdiode 89, eine Laserdiode oder eine sonstige Lichtquelle seitlich verschoben angeordnet, wie in Fig. 2 zu erkennen ist. Das Licht der Leuchtdiode 89 wird mit Hilfe einer Linse 90 punktförmig auf die Anschnittfläche 86 abgebildet. Infolge der seitlichen Versetzung und der Hochglanzeigenschaft der Anschnittfläche 86 wird das Licht symmetrisch zur Längsachse 88 reflektiert. Mit Hilfe einer Linse 91 wird das reflektierte Licht der Lichtquelle 89 auf dem bereits erwähnten optischen Potentiometer 61 abgebildet. Wenn die Anschnittfläche des Präparates 84 nicht mit der Anschnittfläche 86, sondern mit der in Fig. 2 gestrichelt dargestellten Anschnittfläche 85 zusammenfällt, ergibt sich aufgrund der veränderten Lage der Reflexionsfläche eine Verschiebung des Auftreffpunktes des Lichtes auf dem optoelektronischen Potentiometer 61 vom Auftreffpunkt 92 zum Auftreffpunkt 93. Diese Veränderung der Position des Beleuchtungsortes auf dem optoelektronischen Potentiometer 61 folgt der Bewegung des Präparates 84, so daß bei einer Bewegung des Präparates 84 in Richtung des Pfeiles 94 eine Bewegung des Auftreffpunktes 92 in Richtung des Pfeiles 95 erfolgt. Wenn die Anschnittfläche 86 ausgehend von der in Fig. 2 dargestellten Lage sich in Richtung des Pfeils 96 verschiebt, erfolgt entsprechend eine Verschiebung des Auftreffpunktes 92 in Richtung des Pfeiles 97. Auf diese Weise kann die Stellung des Präparates 84 mit Hilfe des optoelektronischen Potentiometers 61 exakt bestimmt werden und über die dem optoelektronischen Potentiometer 61 zugeordnete Elektronik dem Rechner des Mikrotoms 1 mitgeteilt werden. Der Bewegungsablauf des Präparates 84 ist so eingestellt, daß die Positionsbestimmung knapp oberhalb dem Messer 31 durchgeführt wird. Der Rückzug des Präparates 84 nach dem Schneidvorgang wird über die dem Motormikrometer zuge-

ordnete Elektronik gesteuert.

Der oben beschriebene optische Wegstreckensensor, der nach dem Reflexionsverfahren arbeitet, gestattet es somit, die Lage des Präparates 84 ganz genau zu erfassen, um dem Regelkreis für den Vorschubantrieb das erforderliche IST-Signal zuzuführen, wenn die am Vorschubantrieb abgreifbaren Signale nicht mehr die für die Einhaltung der geforderten Schnittdicke erforderliche Genauigkeit haben.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

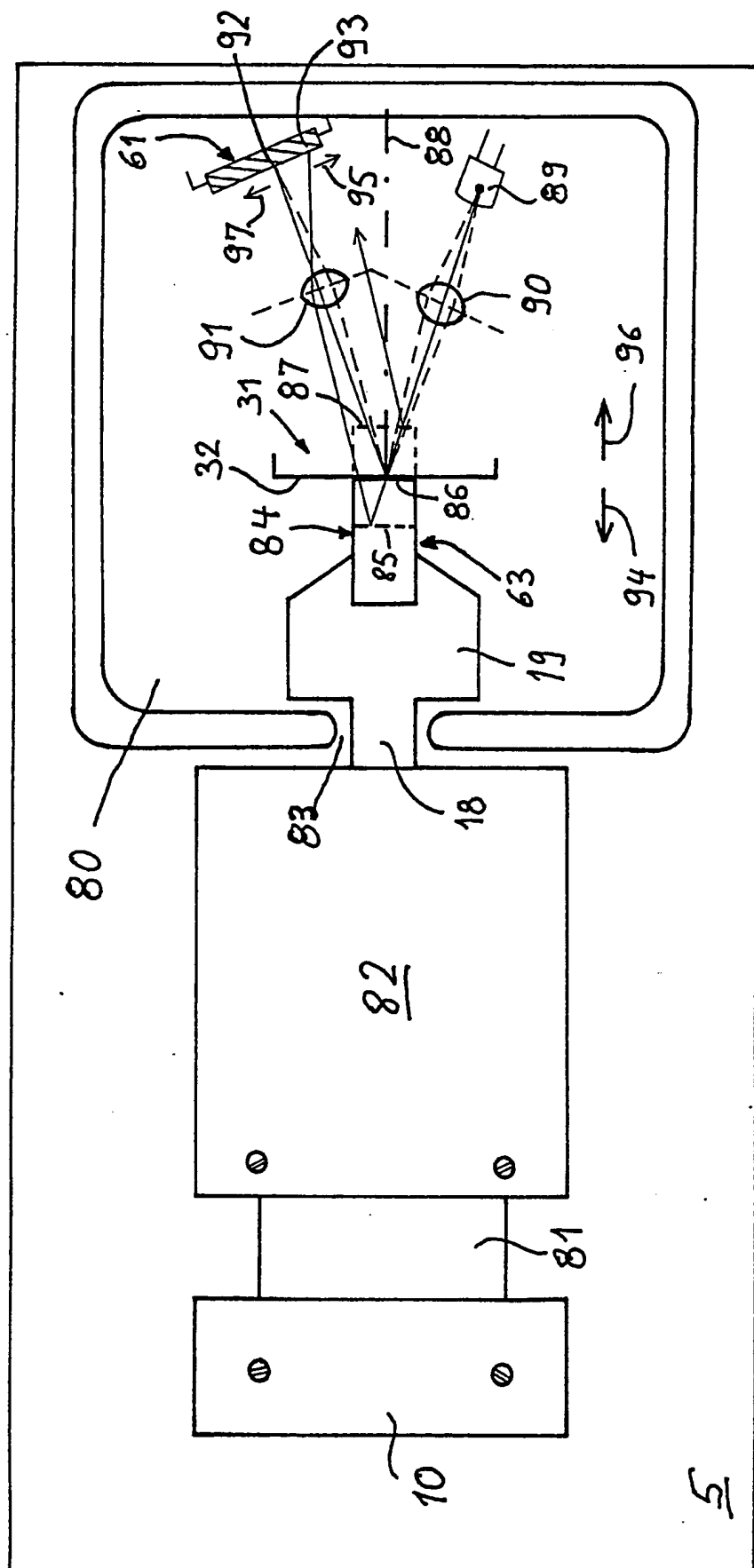


Fig. 2

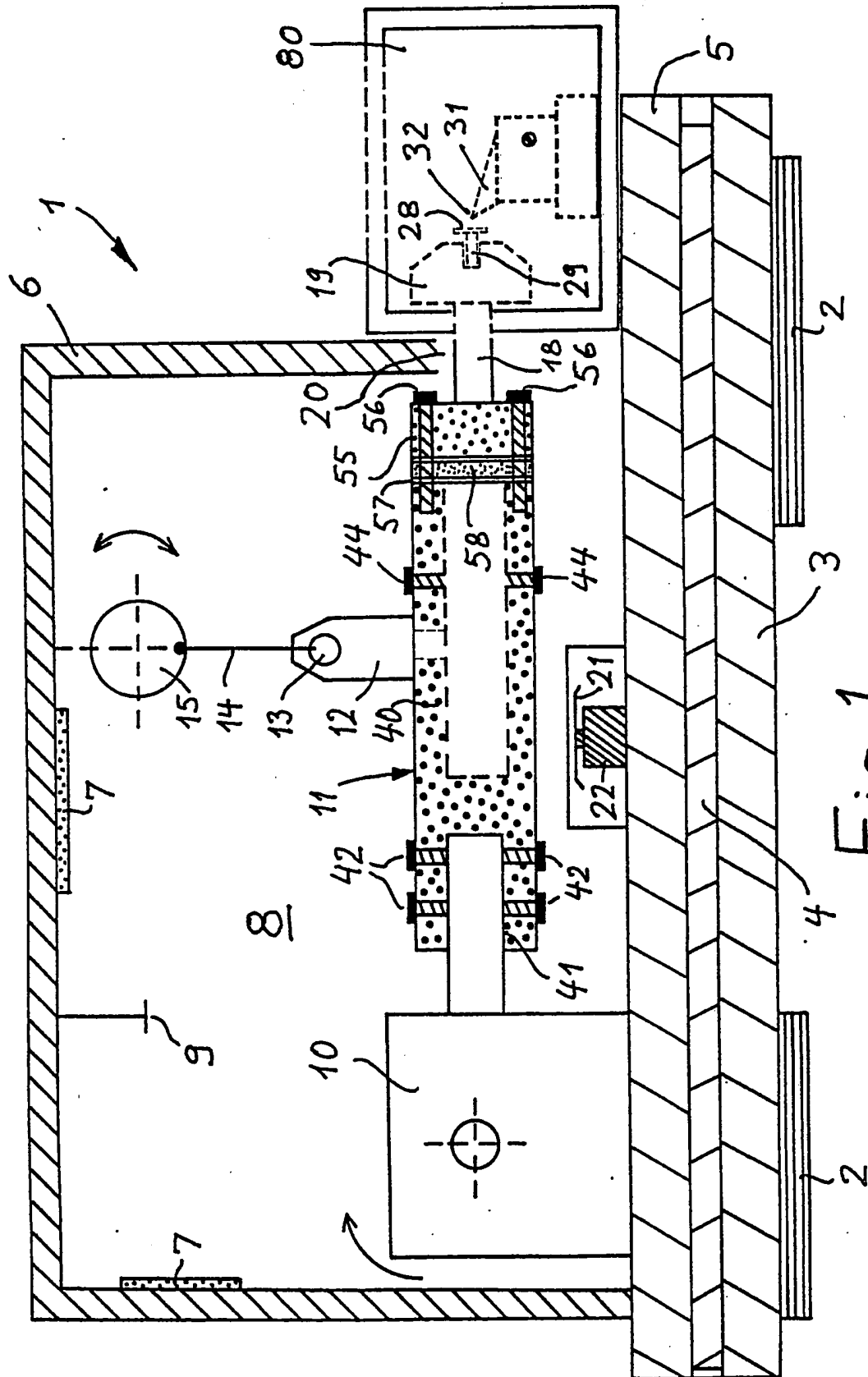


Fig. 1